

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-088107

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

(21)Application number : 09-237011

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 02.09.1997

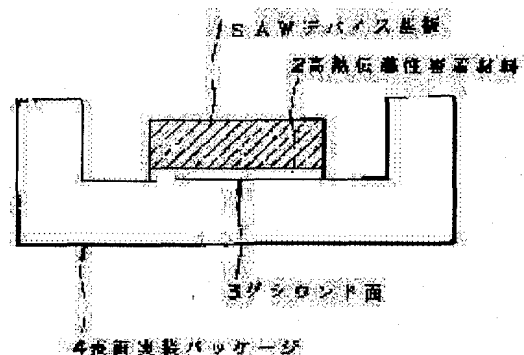
(72)Inventor : MATSUKURA NORISUKE

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface acoustic wave SAW device withstanding high power where the long service life is realized without any special load onto the manufacture process and without causing destruction to Al electrodes and the substrate due to a stress such as stress migration SM and electrostatic destruction ESD even when a high power signal is applied to the Al electrodes.

**SOLUTION:** A rear side of a SAW device substrate 1 or the rear side and side faces of the substrate are structured to be strongly and closely adhered to a package 4 by a high thermal conductivity material 2. The heat conductivity at a room temperature of the high thermal conductivity material 2 is selected higher than the thermal conductivity of a material of the piezoelectric substrate, a lithium tantalate (LiTaO<sub>3</sub>; hereinafter called LT) or lithium niobate (LiNbO<sub>3</sub>; hereinafter called LN) and preferably higher than 100 Wm<sup>-1</sup>k<sup>-1</sup>.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.03.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-88107

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 3 H 9/25

識別記号

F I

H 0 3 H 9/25

A  
C

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-237011

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月2日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 松倉 徳丞

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式  
会社内

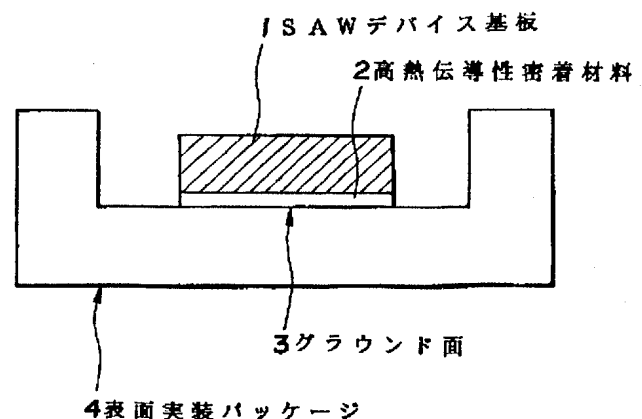
(74) 代理人 弁理士 堀 城之

(54) 【発明の名称】 弾性表面波デバイス

(57) 【要約】

【課題】 大電力信号がA1電極に印加されても、SMやESD的現象など、ストレスによる電極及び基板へ破壊を与えることなく、素子の長寿命化を実現し、さらに、製造プロセス面での負担を特にかけることなく、高耐電力性SAWデバイスを提供する。

【解決手段】 SAWデバイス基板1の裏面、あるいは基板裏面及び側面が、パッケージ4に対し、高熱伝導性材料2によって強く密着された構造であり、この高熱伝導性材料2は、常温での熱伝導率が圧電基板のタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ : 以下、LTと呼ぶ)、若しくはニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ : 以下、LNと呼ぶ) の熱伝導率より高いこと、望ましくは  $100\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  以上であることを特徴とするSAWデバイスである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 弾性表面波デバイスにおいて、デバイス基板の裏面、あるいはデバイス基板の裏面及び側面が、パッケージに対し、高熱伝導性材料を介して、密着固定された構造になっており、前記高熱伝導性材料は、その常温熱伝導率が、圧電基板の熱伝導率よりも高いことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項2】 前記圧電基板が、タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ )、若しくはニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) を含むことを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項3】 前記高熱伝導性材料が、その形状として、厚さ  $0.1\mu\text{m}$  以上の膜であることを特徴とする請求項1又は2に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項4】 前記デバイス基板が、その形状として、板厚  $0.2\text{mm}$  以下であることを特徴とする請求項1～3に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項5】 前記デバイス基板が、その形状として、裏面の中心線平均粗さ  $R_a$  が  $0.3\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項6】 前記高熱伝導性材料が、パッケージのグラウンド面と等電位で、常温の電気抵抗率が  $10^4\Omega\cdot\text{cm}$  以下であることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、弾性表面波デバイスに関し、特に、高耐電力性を図るのに有効な技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 移動体通信機器に用いられる弾性表面波 (SAW) デバイスは、通信機器における入力信号の大電力化に伴い、耐電力特性の向上が不可欠になってきている。

【0003】 この弾性表面波デバイスの高耐電力化としては、従来から、設計と材料の両面から取り組まれているが、とりわけ材料開発の進展は顕著で、Al電極膜の合金化、結晶粒構造制御など、電極膜の膜質改善といった関連テーマから、数多くの情報が得られている。

【0004】 しかしながら、これらAl膜そのものの評価に比べ、弾性表面波デバイスの実装方法改善による効果といった観点での耐電力特性の評価は、ほとんど行われておらず、耐電力寿命とデバイスの組立構造との相関関係については、あまり明確にされていないのが実状である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 弾性表面波 (SAW) デバイスは、機械共振を利用したエレクトロ・メカニカルデバイスの一つで、基板に圧電材料を用いている。そ

のため、SAWフィルタの耐電力性向上には、その圧電基板特有の電氣的、機械的影響を考慮しなければならない。共振器型SAWフィルタにおける電気機械的影響による現象としては、フィルタ電極に大電力の入力信号を印加させると、Al電極が基板ごと飛散するといった、電極部での静電破壊 (ESD) 的な劣化現象が確認されている。

【0006】 この現象は、櫛状Al電極に大電力の信号が印加されることにより、Al電極を載せた基板表層の部分に余剰な電気エネルギー、および熱エネルギーが過密に蓄積され、その結果、基板表層にストレスが加って、基板破壊が進行するものと考えられる。このような傾向は、経験的に明らかにされており、電極に大きな印加電力、例えば2～3W以上の電力信号を印加すると、一般に知られているストレス・マイグレーション (SM) による劣化現象であるボイドやヒロックなどによるAl電極の破断の他、Al電極の溶断や飛散、さらには基板表層部に剥がれや亀裂が入るなどといった症状が現れている。

【0007】 このようにSAWデバイスの高耐電力化においては、通常知られているSMやESD的現象の発現を抑制させるなど、素子の短寿命化となる要因を出来るだけ除去することが重要であって、このことが大きな課題となっている。

【0008】 本発明は、上記従来例の問題を解決するためのもので、その目的は、大電力信号がAl電極に印加されても、SMやESD的現象など、ストレスによる電極及び基板へ破壊を与えることなく、素子の長寿命化を実現し、さらに、製造プロセス面での負担を特にかけることなく、高耐電力性SAWデバイスを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明による弾性表面波 (SAW) デバイスは、SAWデバイス基板の裏面、あるいは基板裏面及び側面が、パッケージに対し、高熱伝導性材料によって強く密着された構造であり、この高熱伝導性材料は、常温での熱伝導率が圧電基板のタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ; 以下、LTと呼ぶ)、若しくはニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ; 以下、LNと呼ぶ) の熱伝導率より高いこと、望ましくは  $100\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  以上であることを特徴とするSAWデバイスである。さらにまた、基板の厚さは  $0.2\text{mm}$  以下、基板裏面の中心線平均粗さ  $R_a$  が  $0.3\mu\text{m}$  以上であること、密着材料がパッケージのグラウンド部と等電位で、常温の電気抵抗率が  $10^4\Omega\cdot\text{cm}$  以下であることが望ましい。

【0010】 デバイスの基板裏面及び側面をAuやAg等の高熱伝導性材料で覆い、その覆われた基板裏面をパッケージグラウンド面に密着固定させることで、信号印加時に発生、蓄積する不要な熱を効率よく逃がすことが

10

20

30

40

50

可能となる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図1を参照して説明する。本発明者は、表面実装型SAWフィルタの実装構造において、フィルタのSAWデバイス基板1の基板裏面及び側面をAuやAg等の高熱伝導性材料2で覆い、その覆われた基板裏面を表面実装パッケージ4のグラウンド面3に密着固定させることで、フィルタの耐電力性が向上することを発見し、本発明を成すにいたった。

【0012】一般に、SAWフィルタの耐電力寿命特性は、フィルタ自身に加わる温度（熱エネルギー）が大きくなるほど、また熱エネルギーの蓄積時間が長くなるほど、低下する傾向を持つ。そのため、熱対策として、放熱性の良い実装構造を持つフィルタとして構成させると、信号印加時においても、不要な熱を素早く逃がすことができ、熱による短寿命化を防げる。その結果、熱の影響を軽減させた分、耐電力寿命は向上する。

【0013】高熱伝導性材料2における常温熱伝導率は、圧電基板のLTの $5\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、若しくはLNの $10\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ より高いこと、望ましくは $100\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 以上であることとする。これよりも低くなると、この材料に密着されている基板の放熱性が低下し、熱対策としての効果が減少する。また基板の厚さが $0.2\text{mm}$ 以下、基板裏面の中心線平均粗さRaが $0.3\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。これは基板の熱容量を下げ、さらに裏面の放熱面積を大きくとることで、基板裏面からの熱拡散が高められるからである。

【0014】基板の厚さがこれより大きく、また粗さRaがこれより小さいと、基板内部に蓄積された熱の逃げが弱まり、熱の影響を大きく受けてしまう。さらにまた、高熱伝導性材料2がパッケージグラウンド面と等電位で、常温の電気抵抗率が $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であることが望ましい。抵抗率がこれより大きくなると、耐電力寿命の再現性が低下する。再現性の低下は、高出力信号印加時に発生した圧電基板における余剰電荷が、高熱伝導性材料2を通して外部のグラウンド面3に移動する

際、ジュール熱などの熱上昇によって、基板からの熱流出が高熱伝導材料2部分で抑制されるためだと考えられる。

#### 【0015】

【実施例1】次に、試験結果に基づく表を示して、より具体的な実施例について図1を用いながら説明する。フィルタの電極材料に、特願平5-90268号公報に記載されているイオンビームスパッタ（IBS）製のAl[111]一軸配向膜を用いて作製した900MHz帯SAWフィルタによって、実装構造における耐力性評価を行った。実装構造の条件として、SAWフィルタのデバイス基板1と表面実装パッケージ（SMP）4とを介する高熱伝導性材料2に対し、それぞれ異なった熱伝導率による金属材料を採用し、リファレンスには比較的低熱伝導性である石英ガラスを採用した。

【0016】熱伝導性材料2の基板裏面及び側面への密着形成は、IBS法によって、厚さ $0.1\mu\text{m}$ の膜をスパッタ成膜することにより行った。高熱伝導性材料2を付加した基板は、Agペーストなど導電性接着材料を用いて、SMP上に接着固定させる。このとき、基板の条件としては、基板厚さ、および基板裏面の中心線平均粗さRaが、それぞれ $0.35\text{mm}$ 、および $0.3\mu\text{m}$ であるLTを用いた。

【0017】耐電力性試験は、RFアンプで増幅した高周波電力信号を恒温槽内に設置したSAWフィルタに印加し、その伝搬特性の経時変化をネットワーク・アナライザを用いて測定した。試験条件は環境温度 $130^\circ\text{C}$ 、印加電力 $30\text{dBm}$ とし、寿命の定義は挿入損失の増加量が $0.2\text{dB}$ 以上に達した時点とした。

【0018】表1に試験結果から得られた、それぞれの熱伝導性材料によるフィルタの耐電力寿命（なし=1とした場合の相対比）を示す。この結果から、媒介材料の熱伝導率が $100\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 以上であれば、安定して高い耐電力寿命を示すことが分かる。

#### 【0019】

【表1】

各種熱伝導性材料	バルクの常温熱伝導率 ( $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ )	耐電力寿命の相対比 (なし=1とした場合)
なし	—	1
Ag	420	11.7
Cu	400	10.7
Au	300	11.3
W	170	10.2
Mo	140	10.8
Pt	70	7.3
Pb	35	4.2
石英ガラス	1	0.9

【0020】本実施例においては、電極膜に、IBS製のAl[111]一軸配向膜の実施例について述べたが、

Eガン蒸着製多結晶Al膜についても同様の傾向が得られた。基板に関しては、ここではLT基板について述べ

たが、LN基板においても同様な結果が得られている。

#### 【0021】

【実施例2】実施例1における、基板裏面及び側面へ形成させる高熱伝導性材料Ag、Cu、Au、W、Mo、Pt、Pbの7種が、それぞれスパッタ成膜されているSAWフィルタに対し、耐電力寿命試験を行った。試験条件は環境温度130℃、印加電力35dBmとし、寿命の定義は挿入損失の増加量が0.2dB以上に達した時点とした。

各種熱伝導性材料	バルクの常温熱伝導率 (Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	耐電力寿命 (hours)
なし	—	瞬時劣化
Ag	420	670
Cu	400	580
Au	300	630
W	170	510
Mo	140	540
Pt	70	260
Pb	35	120

【0023】本実施例においては、電極膜に、IBS製Al[111]一軸配向膜の実施例について述べたが、Eガン蒸着製多結晶Al膜についても同様の傾向を得ている。

#### 【0024】

【実施例3】実施例1における、基板裏面及び側面へ形成させる熱伝導性金属Ag、Cu、Au、W、Moの5種類の膜に対し、それぞれの膜厚を0.01μm~1.0μmの

表2に試験結果として、それぞれの耐電力寿命(絶対値)を示す。この結果から、高熱伝導性材料が基板裏面及び側面に形成されているSAWフィルタだと、基板破壊などによる瞬時的故障(瞬時劣化)を生じずに済むことが分かる。

#### 【0022】

##### 【表2】

20 範囲で、耐電力寿命の膜厚依存性を評価した。表3に、各熱伝導性材料を用いた場合におけるフィルタの耐電力寿命(なし=1とした場合の相対比)を示す。この結果から、媒介材料の膜厚が0.1μm以上あれば、実施例1の結果のように、熱伝導性材料としての効果が十分発揮されることが分かる。

#### 【0025】

##### 【表3】

※ 熱伝導性材料なしの寿命=1

熱伝導性 材料の膜厚 (μm)	Agによる 耐電力寿命 (相対比)	Cuによる 耐電力寿命 (相対比)	Auによる 耐電力寿命 (相対比)	Wによる 耐電力寿命 (相対比)	Moによる 耐電力寿命 (相対比)
0.01	4.7	3.3	4.2	1.9	2.2
0.05	9.3	8.0	8.8	7.5	7.1
0.1	11.7	10.7	11.3	10.2	10.8
0.5	11.4	10.9	11.2	10.1	10.3
1.0	11.8	10.7	11.0	10.8	11.0

【0026】本実施例においては、電極膜は、IBS製Al[111]一軸配向膜の実施例について述べたものだが、Eガン蒸着製多結晶Al膜についても同様な結果を得ており、また基板に関しても、LN基板の場合でもLT基板と同様な結果が得られている。

#### 【0027】

【実施例4】実施例1における、フィルタのデバイス基板厚さに対して、厚さ0.1mm~1.0mmの範囲で、耐電力寿命の基板厚さ依存性を評価した。このとき、熱伝導性材

料としてはAg、Cu、Auの3種類の金属膜を選び、膜厚はすべて1.0μmとした。表4に、3種類の熱伝導性材料を用いて構成した各フィルタの耐電力寿命(熱伝導性材料なしの基板厚0.35mm=1とした場合の相対比)の結果を示す。表4の結果から、デバイス基板の厚さが薄ければ薄いほど、特に厚さ0.2mm以下になると、効果的に高い耐電力寿命を示していることが分かる。

#### 【0028】

##### 【表4】

※熱伝導性材料なし、基板厚0.35mmの寿命=1

デバイス 基板の厚さ (mm)	熱伝導性材料 なし	Agによる 耐電力寿命 (相対比)	Cuによる 耐電力寿命 (相対比)	Auによる 耐電力寿命 (相対比)
0.10	5.1	281	233	297
0.20	1.9	58	51	57
0.35	1	11.8	10.7	11.0
0.50	0.47	3.5	3.1	3.0
1.00	0.33	2.4	2.0	1.8

【0029】本実施例は、電極膜に、IBS製Al[111]一軸配向膜の実施例について述べたが、Eガン蒸着製多結晶Al膜についても同様な傾向をとることを確認している。

【0030】

【実施例5】実施例4における、フィルタの基板裏面における粗さが、鏡面のもの、中心線平均粗さRaが0.3μm、および2.0μmのもの、合計3水準のLT基板について、耐電力寿命の基板粗さ依存性を評価した。このとき、デバイス基板は0.35mm厚のものを、熱伝導性材

料については、材料なし、Ag、Cu、Auによる3種類

【0031】表5に、裏面における粗さ3水準のフィルタによる耐電力寿命（熱伝導性材料なしで、基板裏面の中心線平均粗さRaが0.3μm=1とした場合の相対比）の結果を示す。表5の結果から、デバイス基板裏面の粗さが大きくなるほど、耐電力寿命は高くなることが分かる。特に熱伝導性材料が存在することで、その効果は高くなり、耐電力寿命にとって、裏面粗さのパラメータは大きな存在と言える。

【0032】

【表5】

※熱伝導性材料なし、裏面粗さRa0.3μmの寿命=1

基板裏面の粗さRa(μm)	熱伝導性材料なし	Agによる耐電力寿命(相対比)	Cuによる耐電力寿命(相対比)	Auによる耐電力寿命(相対比)
鏡面	0.3	1.5	1.6	1.2
0.3	1	11.8	10.7	11.0
2.0	1.1	28	41	32

【0033】本実施例は、電極膜として、IBS製Al[111]一軸配向膜の実施例について述べたが、Eガン蒸着製多結晶Al膜についても、ほぼ同様な結果を得ている。

【0034】

【実施例6】実施例1における、基板裏面及び側面へ形成させる熱伝導性材料として、1.0μm厚のCu膜、Si膜、AlN膜の3種類の膜を用いて、耐電力寿命の電気抵抗率の影響を評価した。このとき、用いたデバイス基板の厚さ、および裏面粗さRaは、それぞれ0.35mm、および0.3μmである。また、それぞれの熱伝導性材料は、表面実装パッケージのグラウンド部と等電位となるよう、グラウンドに対して電氣的導通のとれる構成とした。

【0035】表6に、デバイス基板裏において、それぞれ異なった電気抵抗率を持つ高熱伝導性材料（熱伝導率100Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>以上）を密着させた場合の耐電力寿命（なし=1とした場合の相対比）を示す。

【0036】表6から、媒介材料の熱伝導率が100Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>以上であるだけでなく、常温の電気抵抗率が低くなることで、耐電力寿命が長寿化する傾向をもつことが分かる。但し、Siの10<sup>4</sup>Ω・cmまでなら、顕著な寿命低下はみられず、ここで調査した材料に限っては、常温電気抵抗率が10<sup>4</sup>Ω・cm以下であれば、特に電氣的悪影響は現れないと考えられる。

【0037】

【表6】

※熱伝導性材料なしの寿命=1

熱伝導性材料	常温熱伝導率(Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	常温電気抵抗率(Ω・cm)	耐電力寿命の相対比
なし	—	—	1
Cu	400	2×10 <sup>-6</sup>	10.7
Si	140	3×10 <sup>4</sup>	10.2
AlN	190	1013	8.4

【0038】本実施例においては、電極膜に、IBS製Al[111]一軸配向膜の実施例について述べたもの

だが、Eガン蒸着製多結晶Al膜についても同様な相対結果が得られている。

## 【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明のSAWデバイスの実装構造として、デバイスの基板裏面及び側面をAuやAg等の高熱伝導性材料で覆い、その覆われた基板裏面をパッケージグラウンド面に密着固定させることで、信号印加時に発生、蓄積する不要な熱を効率よく逃がすことが可能となり、その結果、耐電力性に優れた弾性表面波装置が提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る弾性表面波(SAW)デバイスの実装構造を示す概略図である。

## 【符号の説明】

- 1 弾性表面波(SAW)デバイス基板
- 2 高熱伝導性材料
- 3 グラウンド面
- 4 表面実装パッケージ

【図1】

